



Die Sensorelemente oberhalb des Wafers sind in der Lage, die feinen Knistergeräusche zu detektieren und zu interpretieren.

Lauschen und lernen

Bevor Maschinen versagen, kündigt sich das meist durch ungewöhnliche Geräusche an. Im Projekt „ACME 4.0“ werden IT-Systeme drauf getrimmt, diese zu erkennen und so Ausfallzeiten und Wartungskosten zu reduzieren.

- VON BARBARA STUMPP -

In der Schadensvorhersage gibt es mittlerweile verschiedene Ansätze, z. B. Schwingungsanalysen. Diese verursachen Geräusche, die Hinweise über den Zustand einer Anlage geben können.

Auch „gesunde“ Maschinen vibrieren und erzeugen Geräusche – aber im Laufe ihres Betriebseinsatzes verändern sich diese. Sei es eine Unwucht oder ein verschleißendes Lager: Jede einzelne Komponente erzeugt ihre eigenen Warngeräusche, erst kaum bemerkbar, dann immer stärker. Diese Veränderungen müssen in Echtzeit detektiert und analysiert werden, um rechtzeitig das entsprechende Teil zu reparieren oder auszuwechseln. Jedes Bauteil hat seine eigene

„Schadenssprache“, die der Sensor lernen kann, aber diese Schadenssprache ändert sich mit wechselnder Last der Maschine. Aus diesem sich ändernden Geräuschchaos die richtigen Signale herauszufiltern, geht nicht ohne künstliche Intelligenz (KI).

Um hier über Condition Monitoring industrielle Prozesse effizienter zu gestalten, hat sich ein Verbund unter dem Namen ACME 4.0 (Acoustic Condition Monitoring for Industry) zusammengefunden. Ziel ist es, „selbstadaptierende, autarke Sensorsysteme für akustische Zustandsüberwachung für Industrie-4.0-Anwendungen“ zu entwickeln. Partner unter der Koordination von OFFIS sind Bosch Rex-

roth, die Fraunhofer-Institute für Integrierte Schaltungen und für Digitale Medientechnologie (IDMT), Infineon sowie das OFFIS-Spin-off Cosynth.

Um die Effizienz des Verfahrens zu demonstrieren, hat man sich zwei sehr unterschiedliche Szenarien ausgesucht. Bei der Herstellung von Computerchips kann ein leises, kaum hörbares Knistern viel aussagen. Es entsteht, wenn beim Testen durch Prüfnadeln Risse oder Brüche im Chip entstehen. In einem ganz anderen Lautstärkebereich spielt der Betrieb von Pumpen. Erschwerend kommt dazu, dass diese nicht konstant im selben Lastbereich laufen, weswegen sich auch die Ausprägung dieser Geräusche ständig ändert.

„Zuerst müssen die Geräusche der Pumpe in verschiedenen Betriebssituationen aufgenommen werden. Damit werden IT-Systeme basierend auf neuronalen Netzen

„Die Vorverarbeitung der Signale im Sensor ermöglicht ein einfaches Nachrüsten.“

Danilo Hollosi, Fraunhofer IDMT



Bild: Fraunhofer IDMT

ACME-4.0-Demonstrator: smartes Sensorelement (vorne) inklusive mobiler Anzeige.

trainiert und können dann vollständig funktionstüchtige und beschädigte Pumpen voneinander unterscheiden“, so Frank Oppenheimer, Bereichsleiter und R&D Director bei OFFIS.

Die Betrachtung von Körperschall an sich ist nicht neu. Die Innovation steckt in der Analyse der aufgefangenen Signale. Da die Frequenzspektren zusammen mit ihrer zeitlichen Abhängigkeit komplex sein können, kommt man nicht ohne KI aus. Zum Erkennen von Mustern braucht der Computer entsprechend viele Klangbeispiele. Nur dann kann er lernen, die guten von den bedrohlichen zu unterscheiden.

Die batteriebetriebenen Sensoren nehmen an einer Anlage die entstehenden Geräusche auf, vergleichen sie mit den Referenzdaten und senden die Informationen drahtlos an eine digitale Auswerteeinheit. Mit diesen Informationen lassen sich nicht nur Aussagen über den Zustand der Maschine treffen, sondern auch Lagerspiele, Hydraulikprobleme etc. identifizieren, bevor es zu Schäden kommt.

Um bestehende Anlagen effizient nachzurüsten, benötigt man eine Plattform, die mit minimalen Ressourcen auskommt. „Hierzu ist nicht nur die Rechenleistung wichtig, sondern die ganze Signalkette vom Sensorfrontend und AD-Wandler bis zum Analyseergebnis. Diese Analyse ist in ein intelligentes Powermanagement einzubetten, sodass keine wichtigen Signalanteile überhört werden, obwohl nicht permanent

analysiert wird“, so Oppenheimer. Die Mehrwerte dieses Condition Monitorings liegen u. a. in der lokalen Vorverarbeitung der akustischen Signale direkt im Sensor. „Das spart Rechenzentrumsleistungen, ermöglicht ein einfaches Nachrüsten sowie auf Wunsch auch einen besonders datensicheren Einsatz ohne Internetanbindung“, erklärt Danilo Hollosi, Gruppenleiter am Fraunhofer IDMT. Dazu arbeitet die Sensorplattform energieautark und drahtlos, was die Ausrüstung von Maschinen einfacher und günstiger macht. Außerdem ist sie fernwartungskompatibel und über die eingesetzte Software konfigurierbar.

Die Hauptherausforderung war die Lernfähigkeit des Computers. Schließlich darf er aus den unzähligen Geräuschen einer Anlage nur die herausfiltern, die auf Fehler schließen lassen. In der Chipproduktion sind die Fehlergeräusche schwer identifizierbar, da sie leise sind und sich mit Produktionsgeräuschen überlagern. Dieser oft geringe Abstand zwischen relevantem Signal und Hintergrundrauschen ist für Sensoren schwierig. Um hier eine Analyse zu ermöglichen, musste die gesamte Signalkette von den Mikrofonen bis zum Algorithmus perfekt aufeinander abgestimmt sein.

Der erste Demonstrator des ACME-4.0-Projekts wird bei Bosch Rexroth und der zweite bei Infineon eingesetzt. Perspektivisch sollen auch in weiteren Anwendungsfeldern Versuche für das akustische Monitoring-System durchgeführt werden. <

WIR SIND

MEHR ALS ENTWICKLER

CSI ENTWICKLUNGSTECHNIK

STRAK
INTERIEUR EXTERIEUR
KAROSSERIE LEICHTBAU
BERECHNUNG/SIMULATION
ELEKTRIK UND ELEKTRONIK
PROJEKTMANAGEMENT
VIRTUAL & AUGMENTED REALITY
DIGITAL ENGINEERING

LEUCHTURMPROJEKTE
NEUE MOBILITÄTSKONZEPTE
INITIATOR FÜR INNOVATIONEN
DESIGN THINKING



www.csi-online.de